





SUL CONTINUO

TREMITO VIBRATORIO

DI TUTTE LE PARTICOLE

DELLA MATERIA PONDERABILE E IMPONDERABILE

PRELEZIONE

AL CORSO DI FISICA SPERIMENTALE

LETTA IL GIORNO 3 DICEMBRE 1863

ALL' ISTITUTO DI STUDI SUPERIORI E DI PERFEZIONAMENTO IN FIRENZE

DAL

PROF. LUIGI MAGRINI

MEMBRO EFFETTIVO DELL'ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE





FIRENZE

COI TIPI DI M. CELLINI E C.

ALLA GALILEIANA

1864

Bello sarebbe, cortesi ed eruditissimi ascoltatori, poter presentare in un quadro la varietà dei pensamenti umani intorno ai fenomeni della natura. Quanta discrepanza d'idee! Quanta differenza fra gli uomini, e disparità fra i popoli!

Se fossero ben tracciate e si potessero esaminare le vie percorse dallo spirito umano, si scuoprirebbero forse i motivi, pei quali l'uomo talvolta afferra sicuramenta un principio, da cui discendono tante conseguenze che la serie dei fatti conferma, talvolta vacilla ed inciampa, e cercando il vero, da questo più si dilunga.

I nostri sensi anche soccorsi dagli strumenti più squisiti, poco invero ci rivelano direttamente della natura; ma se le sensazioni che derivano dalle impressioni fatte su' nostri organi dagli oggetti esterni si consegnano alla mente acciò li coordini e ne tragga le più naturali e strette deduzioni, quel poco che ci manifestano i sensi è tuttavia il mezzo più sicuro di estendere le nostre relazioni col mondo esteriore.

Epperò, avvegnachè si possa dire giusta la lagnanza sulla imperfezione de'nostri sensi, in quanto che vorremmo avere più impressionabile l'udito, più fino l'olfatto, vorremmo vedere coi nostri occhi quanto si vede ora coll'aiuto di strumenti ottici, e più ancora; pure non è malagevole accertarsi che i sensi non fallano, e che il fallo sta proprio nelle deduzioni della mente.

Il remo messo obliquo alla superficie orizzontale dell'acqua, appare rotto quando in parte ne sporge. L'occhio riceve di fatto la impressione della luce come se il remo fosse realmente rotto; ma se la mente da quel fenomeno visivo, ritiene che vi si accompagnino tutte le altre condizioni che appartengono a remo rotto, non è l'occhio che falla, è l'intelletto che senza la verificazione di quegli altri caratteri, li ritiene. I filosofi che accusano l'occhio di errore, dovrebbero anzi riconoscere in questa sua indicazione un segnalato servigio, perchè desso nulla attendendo alle altre proprietà, la cui conoscenza non è del suo ministero, tiensi fedele nel riportare alla mente il reale andamento dei raggi luminosi che passano dall'acqua all'aria.

Da questo caso, e da molti altri che potremmo addurre, si rileva essere sommamente arduo pronunziare un retto giudizio, basandosi sulle prime sensazioni ricevute; fa duopo attendere che nuovi fatti ne producano altre, le quali collegandosi colle precedenti, ne disvelino i rapporti conducenti al principio, cui devono coordinarsi tutti i fenomeni di uno stesso ordine.

Le scienze fisiche non sono pure concezioni, le quali come le matematiche obbediscono alle leggi necessarie del ragionamento. Nello studio del mondo fisico non v'hanno assiomi, che possano indicarci la ragione, ne' principj da trarsi direttamente dal nostro spirito. Nella natura scorgiamo meccanismi complessi, animati da forze che non è possibile indovinare. L'oggetto dunque delle nostre ricerche sarà solo di esaminare minutamente questi meccanismi, analizzarli e scoprirne i motori.

Ma il solo mezzo per riuscirvi è di osservare gli effetti che si producono davanti gli occhi nostri; donde la necessità, se non vogliamo andare lungi da ciò ch'è reale e veritiero, non che di accettare il linguaggio descrittivo delle sensazioni e delle cause cui le attribuiamo, di ammettere eziandio la massima che fenomeni simili dipendono da cause esteriori simili. Le sensazioni porgono i dati e la tendenza di attribuirle ad attività estrinseche, cioè alle cause, mena al principio di analogia.

Ora, se nulla ci è dato di sapere a *priori* sul mondo fisico, dobbiamo rinunziare all'abitudine o alla tendenza istintiva dello spirito che ci conduce a voler tutto spiegare o a inventare la spiegazione, quando questa ci manca. Nello studio che intraprendiamo sulle proprietà dei corpi, il primo bisogno è dunque di ricercare i fenomeni e le loro leggi sperimentali, e per riuscirvi dobbiamo osservare e misurare, *provando e riprovando*, non senza impiegare di tratto in tratto la geometria e il calcolo, come strumento che presenta con rapidità e come in uno specchio splendidamente le leggi, e offre eziandio impreveduti rapporti per nuove indagini sperimentali.

Ma dacchè il mondo componesi di oggetti conosciuti solo per le impressioni che producono sui nostri sensi; dacchè la materia è l'ignoto principio di cui essi sono costituiti, è la loro essenza, la causa delle proprietà che manifestano, e delle sensazioni che ci rivelano; dacchè quando si vuole studiare un soggetto bisogna cominciare a definirlo, dovremo per determinare lo scopo e i limiti delle nostre ricerche, domandarci prima cosa sia veramente la materia?

Intorno a siffatta questione fondamentale, importa fissare bene le idee, perchè se i nostri studj saranno indirizzati dalle cognizioni acquistate sulla natura intima degli oggetti, le loro proprietà ci appariranno come conseguenze di questa medesima costituzione.

Ora considerando la scala delle grandezze, e l'estrema divisibilità dei corpi, possiamo fare due ipotesi sulla costituzione della materia; cioè, o ammettere ch'essa sia indefinitamente divisibile, o supporre che continuando sempre la suddivisione di un suo frammento già piccolissimo, si arrivi a un'ultima particola indivisibile, a un atomo.

Ammettendo la prima idea, sarà duopo concepire un corpo come una massa continua a guisa dei solidi geometrici; accettando invece la seconda, converrà rappresentarci la materia come un complesso di molecole elementari distinte, poste le une accanto delle altre senza che si tocchino, ma colla facoltà di attirarsi e respingersi.

I criteri per la scelta di una delle due ipotesi, dovendo desumersi dai fatti conosciuti, li chiederemo alla chimica; ed ella ci risponderà che nella ipotesi della materia continua, non risolubile in elementi indivisibili, la idea stessa di una combinazione diventa essenzialmente oscura. Invero, sarebbe essa una intima compenetrazione di due o più materie differenti? Ma allora come concepire la costanza delle proporzioni? Perchè le proporzioni multiple? Perchè gli equivalenti invariabili? Come coordinare tra loro gli stupendi fenomeni della cristallizzazione? Non si scorge veruna connessione tra i fatti che pur bisogna accettare e la ipotesi che dovrebbe interpretarli.

All'opposto tutte le leggi conosciute addivengono conseguenze evidenti, corollarj logici della supposizione che la materia sia formata da un complesso di piccole masse indivisibili; poichè agevole è il comprendere che due corpi semplici possono riunirsi intimamente, gli atomi dell'uno congiungendosi agli atomi dell'altro per formare molecole miste e dare origine a una nuova sostanza. Così rendesi precisa la idea generale di combinazione; anzi tutte le leggi delle combinazioni ricevono dalla ipotesi degli atomi una plausibile spiegazione. Questa teoria pertanto, nello stato attuale delle nostre cognizioni, possedendo tutti i caratteri di una probabilità la meno impugnabile, s'impone alla nostra mente, e dobbiamo adottarla senza esitazione.

Se non che, la propagazione della elettricità, del calore, della luce nel vuoto e negli spazi planetari, unitamente ai fenomeni delle interferenze, obbligandoci ad ammettere la esistenza dell'etere, cioè di un'altra specie di materia sottilissima, infinitamente più estesa e diffusa, più universale, e secondo ogni probabilità molto più attiva della materia ponderabile, saremo forse condotti a riconoscere nell'etere il vero re della natura fisica. Ci guarderemo peraltro dal volerlo subito incoronare; imperciocchè, se l'antica materia, tanto esplorata e diversamente definita dai nostri sensi, pur conosciamo finora solo imperfettamente, quante ipotesi non

dovrebbe stabilire a *priori* il geometra che volesse sottomettere alla prova analitica il presentito mondo etereo?

Posti sopra un frammento di materia ponderabile, sopra una delle isole dell'oceano etereo, dovremo studiare le sue vallate, le sue baie, i suoi porti, le maree del nuovo elemento, i venti che l'agitano, le sue onde prima di mettersi a solcarlo a piene vele.

Frattanto noi, cui incombe di svolgere un corso superiore di fisica sperimentale, considerata la materia come un complesso di minime particole elementari distinte, poste le une accanto delle altre senza che si tocchino, animate da forze attrattive e ripulsive, crediamo giovevole d'indirizzare le primordiali nostre ricerche al riconoscimento di quella proprietà fondamentale che deve appartenere alla materia stessa, in qualunque stato si trovi, ponderabile od imponderabile.

Laonde ci occuperemo oggi di accennare ai fenomeni che porgono i più forti indizi, siffatta proprietà consistere in un continuo tremito molecolare, in un incessante moto vibratorio di ogni sua minima particola.

La meccanica celeste che colle sue formole abilmente sviluppate, giunse a spiegare tutte le perturbazioni del moto dei pianeti, e ne dedusse la presenza necessaria di astri sconosciuti ai limiti del sistema solare, e di cui la esistenza fu avverata; la meccanica celeste con tale concorso di verificazioni sì numerose, sì complete, affatto imprevedute, anzi insperate, doveva rendere sommamente probabile, se non affatto sicuro, il principio della gravitazione ed irrepugnabile la legge dell'attrazione neutoniana.

Ma possiamo noi del pari ammettere che lo stesso principio sia diffuso per tutto ciò che esiste, e che, come regola la costituzione e i moti degli astri, come lega i satelliti al loro pianeta, i pianeti al sole, e governa tutti i corpi che si rigirano intorno a sterminate distanze; così possa rendersi attivo anche sopra ogni molecola, ogni atomo a distanze minime e impercettibili?.... Sulla continuità della legge neuto-

niana, nulla invero possiamo affermare: le più semplici sperienze bastano peraltro a mettere in evidenza l'attrazione molecolare. Chi non sa che le particelle di un solido, dopo la loro separazione, possono unirsi di nuovo e sostenersi in virtù della coesione, purchè un numero considerevole di punti sieno messi nel più stretto, apparente contatto? Ed è bello assistere all'atto, in cui un solido entra con subitaneo ma piccolissimo e pur visibile salto, nella sfera di attività di un liquido, quand'anche di natura da non bagnare il solido medesimo; e non pertanto la sua superficie vi aderisce in guisa da richiedere una forza notabile per distaccarnela!

La coesione opera con diversi gradi d'intensità nelle varie sostanze. Tutti questi gradi però dal fluido meno denso al solido più compatto, non costituiscono che pochi termini intermedi di una serie indefinita, di cui un estremo può supporsi nelle ultime particole eminentemente solide, negli atomi ponderabili, e l'altro estremo nella sostanza rarissima delle nebulose e nell'etere. Non intendasi peraltro la solidità di cui si è favellato come una condizione assoluta, nulla essendovi di veramente assoluto in tutto l'ordine mondiale.

Ammettiamo che ciascuna molecola, ciascun atomo ponderabile, soggiace all'attrazione degli atomi circostanti; all'attrazione dell'etere che a guisa d'atmosfera li circonda producendovi i fenomeni del calore, della elettricità, della luce; e alla ripulsione del proprio etere pell'etere di questi atomi.

Ora le prime due forze, tendendo ad avvicinare gli atomi fra loro, e la terza ad allontanarli, si comprende che per la variabile efficacia relativa di tali forze, i corpi devono continuamente modificare la loro intima struttura.

Quanta varietà di forme non assume di fatti la struttura intrinseca del quarzo, del feldspato.... nel lento e graduale passaggio dallo stato vitreo allo stato petroso! Quanto vive quelle intestine agitazioni che vi arrecano le minime sì ma innumerevoli fughe di vapori o di materie gassose incorporatesi nel progressivo accrescimento di questo minerale! Le ricerche microscopiche di Zirkel su lamine trasparenti, i suoi

studi comparati delle numerose varietà di roccie, e più particolarmente di quelle che in gran copia contengono il quarzo e il feldspato, appalesano l'andamento delle cause decomponenti, che senza interruzione vi esercitano il loro influsso, e ci costringono a conchiudere che nei solidi più tenaci, il sistema molecolare subisce incessanti trasformazioni.

Era pertanto naturale che la forza viva degli atomi, la somma cioè del lavoro interno, richiesto per trasformare il sistema molecolare, risultasse dai calcoli di Subic una quantità variabile in funzione del calore specifico, della densità, della pressione esterna, del peso specifico e del coefficiente cubico di espansione.

Chè in questo tramutamento molecolare non sia trascurabile l'influsso della gravità, cioè che l'azione del peso delle proprie particole, sì aperta nei liquidi, non lasci di esercitarsi, sebbene in modo appena sensibile anche nei solidi, lo ha provato Pictet recando ad esempio l'accorciamento d'una verga metallica appoggiata verticalmente sulla sua estremità inferiore.

È pur noto che le lastre di piombo con cui si ricoprono i tetti di alcuni edifici, si riducono col tempo sottilissime in alto, e molto ingrossate al basso. Dunque le parti di un metallo, come quelle di un liquido, tendono a livellarsi, cedendo lentamente ma di continuo all'azione della gravità, altra causa per cui la coesione subisce incessanti perturbazioni.

L'olio in una miscela d'acqua e d'alcool che abbia esattamente la stessa densità, non subendo che le azioni molecolari della propria materia e del mezzo in cui nuota senza mescolarsi, si tiene in equilibrio nel posto in cui viene depositato; e, tolto così all'azione della gravità, prende la forma sferica che soddisfa alle condizioni volute da una forza che opera in tutti i sensi egualmente.

Fra gli artificj coi quali Plateau ottiene diverse figure geometriche per la coesione e la capillarità, avvene uno che serve a conseguire con facilità effetti veramente curiosi. Quando quella sferetta d'olio viene attraversata da un'asticciuola metallica, alla quale si possa imprimere un moto rotatorio, questo moto

comunicandosi subito a tutta la massa d'olio, la sferetta in virtù della forza centrifuga tanto più si schiaccia quanto più rapidamente si fa girare. Non è diversa la causa, cui siamo soliti attribuire lo schiacciamento dello sferoide terrestre. Se non che, aumentando la velocità di rotazione, lo schiacciamento si esagera in guisa, che la sferetta s'incava e bentosto si separa in due parti; la interna è uno sferoide che rimane al centro, l'altra è un anello che lo circonda, e che non possiamo trattenerci dal paragonarlo e per la sua origine e pel suo aspetto all'anello di Saturno!

E così alla causa per cui le goccioline di rugiada, limpide e splendenti come diamanti, rotolano qua e colà per le le foglie delle piante, alla causa per cui quelle particelle di acqua si raccolgono e riconcentrano in globetti, possiamo attribuire la forma sferica di tutti i grandi corpi dell'universo! Anzi, senza queste azioni molecolari, l'universo stesso sarebbe una massa confusa di atomi dispersi nello spazio, una massa priva di forma, di coerenza, di movimento: gli esseri organizzati cesserebbero d'esistere, la vita insomma sarebbe estinta.

E poichè l'idrogeno non va alla parte più sublime della atmosfera, nè il gas acido carbonico si tiene negli strati inferiori; ma questi fluidi, in onta alla loro gravità specifica, si trovano uniformemente distribuiti fra loro in tutta la estensione dell'atmosfera, convien dire che la coesione si eserciti anche fra le particole dei corpi gassosi.

Dovendo quindi ammettere l'attrazione molecolare nella universa materia ponderabile, resta a vedersi se per essa, per l'azione antagonista del principio ripulsivo, e per l'influsso dei corpi circostanti, le minime particole possano avere mai un equilibrio stabile, e conservare inalterabili le rispettive loro distanze.

Biot ragionando in una maniera poco diversa da quella di Newton, avvisava nei corpi più densi la capacità degli interstizj sorpassare migliaia e migliaia di volte il volume delle particole da cui sono costituiti.

La propagazione del calorico e della luce accerta del pari la somma rarità delle parti dei corpi più compatti ; imperciocchè qualunque disposizione si voglia immaginare negli atomi, se non vi fosse distanza fra loro, niuna materia potrebbe avervi adito. Anche nella dottrina delle ondulazioni fa d'uopo ammettere siffatta rarità e una conveniente disposizione di parti, dovendosi sempre nell'interno dei solidi supporre l'etere distribuito in serie non interrotte, acciò possa ricevere e trasmettere le onde incidenti nella loro integrità e con tutti i caratteri della loro origine.

Laplace credeva tutt'altro che assurdo il supporre che le molecole di una goccia d'acqua, di un globetto di platino possano, in grazia della loro estrema piccolezza, rimanere così disperse nello spazio che occupano, e così rare, come i pianeti nel sistema solare. Il quale, potendo tenere ciascuna delle sue parti in una perenne oscillatoria rivoluzione, mentre nel suo complesso conserva tutta la stabilità, dà luogo a credere che anche le molecole di tutti i corpi non sieno fisse nelle posizioni che hanno le une relativamente alle altre, ma sospese in un equilibrio instabile per le forze intrinseche di attrazione e ripulsione, ed oscillanti per le azioni dei corpi contigui, a guisa appunto dei pianeti nella variabile elitticità delle loro orbite, senza alterare l'ordine del sistema generale.

Nè avvi difficoltà di ammettere la variabilità delle azioni esterne, dacchè non possono supporsi due istanti consecutivi di una temperatura perfettamente eguale, di una eguale intensità elettrica, luminosa, magnetica. Prove innegabili di un incessante moto intestino dei solidi ci offrono le pietre che col tempo mutano di trasparenza e di colore, quelle che prima consistenti diventano poi fragili ; le flessibili che si rendono sempre più rigide; le concrezioni calcari che passano da un tessuto fibroso al fogliettato o lamellare, le incrostazioni silicee che dallo stato friabile si tramutano in tessuti fibrosi ec.

Che se provassimo tuttavia qualche ripugnanza nell'ammettere che le molecole dei solidi possano muoversi internamente come quelle di un liquido in fermentazione riputando

incompatibile il loro moto intestino con quello stato di ristrettezza, in cui appariscono collegate; i fatti stupendi della acustica verranno a francarci compiutamente da tale pregiudizio.

L'acustica invero rende manifesti certi tremiti molecolari, certe agitazioni vibratorie di cui l'uomo volgare non sospetta l'esistenza e che non pertanto sono la causa efficiente di svariatissime sensazioni. Al vedere i corpi polverulenti agitarsi violentemente e disporsi in figure regolari su lamine di vetro, di metallo, quando collo strisciare di un archetto traggasi da esse qualche suono; all'udire il suono giugnere traverso ai solidi sempre più rapido che traverso all'aria; al riconoscere che basta imprimere il moto vibratorio a una piccola parte di un corpo rigido e assai voluminoso perchè una viva agitazione si comunichi tosto all'intera massa; all'accertarsi che una verga metallica, cui sieno state impresse vibrazioni longitudinali, subisce contrazioni e allungamenti, condensazioni e rarefazioni, analoghe a quelle di una colonna d'aria che risuona in un tubo; allo scorgere che una grossa trave in contatto con un piccolo corpo sonoro, sopporta un allungamento che arriva a un decimo di millimetro per ogni metro di lunghezza; a questa specie di paradosso meccanico, che semplici vibrazioni prodotte da cause esterne apparentemente sì piccole valgono a sviluppare azioni cotanto poderose, non è lecito dubitare che il più lieve urto basti alle molecole dei corpi più consistenti per fluttuare non meno liberamente di quelle di un liquido, e per concepire un tremito così veloce nella sua propagazione da vincere la mobilità dell'aria atmosferica.

V'è di più: ciascun corpo, essendo sempre accompagnato da una serie di altri suoni, dai suoni armonici, deve promuovere nei corpi circostanti altrettanti ordini di vibrazioni simultanee, che si propagano nella loro integrità cioè con tutti i caratteri della loro origine senza la menoma alterazione.

L'organo della voce umana ce ne offre un esempio solenne colla emissione delle vocali e delle consonanti, che distintamente proferisce sulla stessa nota musicale.

Studiando anzi l'artificio, con cui quest'organo vocale rendesi atto a produrre contemporaneamente sì svariati movimenti, taluni avrebbero concepito il pensiero di costruire apparati analoghi per imitare appunto la voce umana.

Sarebbe certamente di grande importanza la invenzione di una macchina atta ad esprimere i suoni e le articolazioni delle parole, tanto più se per mezzo di alcuni tasti si potesse far proferire discorsi con buona grazia. Ma ciascuno penserà essere impossibile siffatto ritrovamento.

Eppure dopo le scoperte fatte sul meccanismo della laringe, dopo le indagini di Weber, dopochè Müller si è abilitato a preparare laringi artificiali con linguette di gomma elastica, dalle quali si ottengono suoni molto analoghi a quelli che dà la laringe umana, è permesso di supporre che gli strumenti già da tempo immaginati da Kratzenstein e da Kempelen, e il Tonografo più tardi proposto da Samuele Cagnazzi per la declamazione, possano, un giorno, perfezionarsi in modo che la pronunzia delle lingue moderne finirà per essere trasmessa all'orecchio della posterità. E allora il mondo incivilito potrà per mezzo di tremiti molecolari e di moti simpatici tenersi in corrispondenza alla distanza di secoli!

Le recentissime sperienze di Thomas Graham sulla diffusione dei gas traverso alla grafite, convalidano grandemente la ipotesi, oggi adottata intorno alla loro costituzione, che li riguarda come una massa composta d'innumerevoli particole o atomi sferici, solidi, dotati di una perfetta elasticità e moventisi in tutte le direzioni, ma con velocità differenti secondo la loro natura. Se la sostanza del vaso è porosa, come nel diffusiometro di Graham; gli atomi del gas, per effetto della viva forza che li anima, sono projettati attraverso i piccoli pori della grafite, che sono veri *tunnel* rispetto alle minime dimensioni dell'atomo elementare di un corpo gassoso, e finiscono per isfuggirsi tra loro e dissiparsi.

Ma nello stesso tempo l'aria atmosferica o un gas qualunque all'esterno del vaso è trascinato alla sua volta e nella stessa maniera all'interno, e rimpiazza il gas che fugge. Si com-

prende che questo stesso moto atomico, accelerato dal calore e ritardato dal freddo, può essere la causa della forza elastica di tutte le sostanze aeriformi, e del loro potere di reagire contro ogni azione comprimente.

È notevole che non si manifesta veruna alterazione in questo commovimento nel caso che lo stesso gas si trovi dentro e fuori del vaso, e per conseguenza in contatto coi due lati della lamina porosa. Di che si concepisce la ragione considerando, che le molecole gassose entrano allora ed escono per i pori esattamente nella stessa proporzione, e cagionano un tramutamento che non può rendersi percettibile nè per variazioni di volume, nè per alcun altro fenomeno.

Se i gas in comunicazione fra loro sono di natura diversa, ma prossimamente di eguale densità e con un moto molecolare della stessa velocità, avvi in tal caso semplice scambio di molecole senza cangiamento di volume come la esperienza fece vedere coll'azoto e coll'ossido di carbonio.

Se all'opposto i gas comunicanti colla parete porosa sono di densità e velocità molecolari differenti, la penetrazione reciproca cessa di essere eguale nelle due direzioni; e i tempi che volumi eguali di gas diversi impiegano a passare per la grafite sono prossimamente proporzionali alla radice quadrata delle rispettive loro densità. E poichè dai fenomeni osservati risulta che la durata del passaggio del gas attraverso alla piastrella di grafite non presenta alcuna relazione col tempo richiesto per la traspirazione capillare, dobbiamo credere che la loro penetrazione traverso ai pori della grafite sia realmente dovuta al moto molecolare loro proprio. Per tal modo la diffusione di che si ragiona offre l'esempio più semplice del moto molecolare, e lo rende, si può dire, visibile colle variazioni di volume.

Bisogna pertanto ammettere la porosità della grafite di sì estrema finezza da impedire la traspirazione, ossia il passaggio in massa dei fluidi elastici; per cui la grafite è da riguardarsi come una specie di cribro molecolare, cioè di cribro che lascia passare soltanto le molecole individuali.

L'osservazione più volgare ha sempre mostrato che le materie animali e vegetali, esposte dopo morte al contatto dell'aria o sepolte nella terra, scompajono per effetto di varie trasformazioni. La fermentazione, la putrefazione, e la combustione lenta sono i tre fenomeni naturali che concorrono a compiere questo gran fatto del disfacimento della materia organizzata; disfacimento necessario alla perpetuità della vita sulla superficie del globo.

Le ultime sperienze di Pasteur conducono a riconoscere che la *vita*, manifestandosi presso le più infime produzioni organizzate, diventa indispensabile per ottenere gli anzidetti tre fenomeni che completano la metamorfosi della materia organizzata; alludendo per altro a quella vita che ha una maniera di essere finora sconosciuta, senza consumo d'aria o di ossigeno libero.

Da pochi mesi, l'illustre chimico francese stabiliva sperimentalmente che le combustioni lente, di cui le materie organiche morte sono la sede, quando si espongono al contatto dell'aria hanno nel maggior numero dei casi una stretta connessione colla presenza di esseri viventi che appartengono alle infime classi. Donde questa generale conseguenza, che la vita presiede al lavoro della morte in tutte le sue fasi, e che i tre termini di questo ritorno perpetuo all'aria atmosferica e al regno minerale dei principj che i vegetabili e gli animali ne avevano tratto, sono atti correlativi dello sviluppo e della moltiplicazione di esseri organizzati.

A questo punto, potremo noi rifiutarci di ammettere che tutta la classe delle materie plastiche azotate possano acquistare per l'influsso di una ossidazione diretta una forza caratterizzata per un moto intestino, pronto a comunicarsi alle sostanze organiche?

Se non che i terreni, le roccie, le montagne, supponendole sottratte all'azione dell'umidità, delle piogge, dei torrenti; supponendo le acque del mare, dei laghi, dei fiumi non popolate da infinitudine di pesci e da miriadi di anima-

letti in continuo vivissimo movimento; e l'atmosfera, supponendo pur essa non soggetta ai venti, nè all'incessante sollevarsi dei vapori, nè alle esalazioni delle piante e degli animali, nè scossa dagli invisibili insetti che a milioni di milioni determinano, come si è detto, le trasformazioni delle sostanze organizzate morte, per riprodurre e mantenere la vita; questa crosta solida della terra, queste acque, quest'atmosfera, ancorchè esenti da ogni moto proprio molecolare, non dovrebbero sempre agitarsi in tutte le loro particole, per la sola azione, incessantemente variabile, dei raggi solari, che vi arrecano luce, calore, elettricità, magnetismo?

Eccoci pertanto a considerare i tremiti vibratorj, le minime azioni della materia sottile, in breve, il mirabile magistero dell'etere!

La materia imponderabile allo stato luminoso quante e quanto energiche modificazioni non promuove essa in tutti i corpi della natura! A quante gentili non sarà capitato di sfoggiare la bella galanteria di un ombrellino a'cocenti raggi solari di luglio, e ritrovar que'bellissimi chiazzi che tiravano al colore di rosa tramutarsi in altrettante macchie giallognole? Quanti lagni contro il tintore che a colorire quel drappo trascelse una tinta fugace, e quante meraviglie insieme pel subitaneo effetto di quello scolorimento? Così è. L'urto di quella materia sottile cagiona nei solidi un reale tramutamento di parti, cagiona una diversa aggregazione molecolare.

Niuno ignora che il fosforo nell'azoto, nell'idrogeno, nel vuoto torricelliano arrossa per la sola azione della luce; che per essa il solfato di mercurio in vasi chiusi annerisce, la ceralacca s'imbianca, il bismuto si tinge in violetto, certi cristalli bianchi a poco a poco diventano porporini; gl'ioduri, bromuri, cloruri.... subiscono pronte alterazioni. È dunque manifesta la facoltà della luce di promuovere nei solidi e nei liquidi un diverso ordinamento di parti; ed è appunto per questa facoltà che abbiamo appreso l'arte di produrre disegni inimitabili, di ritrarre e di fissare le imagini dei luoghi e degli oggetti più cari col rigore della verità, e quasi colla rapidità del pensiero.

Ma questi e altri innumerevoli effetti che genera la luce sui corpi inorganici non meno che sui vegetabili e sugli animali, sono essi dovuti ad una speciale emanazione di materia sottile, o ad una agitazione vibratoria degli atomi dei corpi luminosi e alle conseguenti scariche di ondulazioni eteree?

La ipotesi delle ondulazioni ha ricevuto in questi ultimi tempi dai fatti e dall'analisi tale appoggio, che può dirsi fornita di tutti i caratteri di una verità o di una legge fisica, in guisa da potersi ammettere nella scienza con quella medesima certezza con cui si ammette la ipotesi della gravitazione. Senza ricorrere con Newton ad una duplice forza, cioè ad una causa che in certi casi possa esercitare azioni contrarie, i fenomeni della riflessione e della rifrazione ordinaria si spiegano nella ipotesi delle ondulazioni, derivandoli con Eulero dalle leggi generali dell'urto dei corpi, e costituiscono un semplice problema di meccanica razionale.

La spiegazione poi del fenomeno della doppia rifrazione nel cristallo di rocca, conosciuto sin dal tempo di Bartolino, offerta dallo stesso Eulero, prestandosi alla esattezza delle verificazioni numeriche, deve riguardarsi come un nuovo trionfo per la sua dottrina.

E le scoperte del Grimaldi, spiegate da Young, da Arago e da altri, non diedero esse origine al fondamentale e fecondissimo principio delle interferenze, dipendente non dell'assurdo annientamento della materia luminosa cui dovrebbesi ricorrere nella ipotesi neutoniana, ma dalla composizione dei movimenti ondulatori dell'etere?

L'esperienza invero fa vedere un corpo attualmente illuminato diventar più oscuro, quando si aggiugne nuova luce a quella che già riceve. Questa capitale scoperta di Grimaldi è facile a riconoscersi facendo entrare due fascetti luminosi, per due piccoli fori a poca distanza fra loro. Il segmento comune delle basi dei due coni luminosi, si presenta più illuminato nel suo interno che le porzioni corrispondenti, ove non ha luogo sovrapposizione. Gli archi per altro che conterminano quel segmento, si scorgono di una oscurità conside-

revole, quantunque ricevano più luce che il resto delle basi. Frattanto chiudendo la prima apertura in modo che non invii più luce sul segmento comune, i punti corrispondenti ai due archetti oscuri, riprendono nuovo splendore.

Dunque luce aggiunta a luce genera oscurità; e viceversa una superficie oscura può rendersi luminosa, quando gli si tolga una parte della luce che vi cadeva sopra.

Chi non vede l'aperta contradizione di questi fenomeni colla dottrina della emanazione, e la impossibilità d'interpetrarli, senza ricorrere alle leggi della composizione dei moti molecolari?

Anche i trovati di Malus avvalorano la nuova dottrina, con l'altro non meno fecondo e fondamentale principio della polarizzazione della luce, dipendente pur essa dalla composizione dei moti di vibrazione dell'etere.

Fresnel poi riassumendo i lavori fatti innanzi di lui, percorse tutti i campi tentati, ne aprì di nuovi, e lasciò colla fecondità delle sue scoperte e colla potenza delle sue analisi in questo importantissimo ramo di scienza, traccie luminosissime del suo genio.

Infine i lavori analitici di Cauchy in Francia, di Hamilton e Cullagh in Inghilterra, di Neumann in Germania e di molti altri, non meno che le ricerche sperimentali di Arago e le più recenti di Kobell, Mascart, Regnault, Babinet.... fecero progredire l'ottica nella ipotesi delle ondulazioni, per modo che la teoria della luce oggi può dirsi l'unico ramo di fisica quasi perfetto.

Niuno certo ignora che un corpo acceso è un complesso di molecole che vanno via via decomponendosi, via via separandosi nei propri elementi per riunirsi con altri che vi reca l'aria. Tutto è in un energico commovimento intorno a una sostanza che s'infiamma; e gli atomi di qualsivoglia corpo luminoso devono pur trovarsi in uno stato analogo di vivissima agitazione, colla facoltà di trasmetterla nell'etere di cui ogni particola una volta commossa, comunica il suo movimento alle particole adiacenti, le quali successivamente lo trasfondono alle più lontane colla rapidità del lampo.

L'etere adunque non peraltro riesce luminoso, se non perchè i corpi accesi e gli astri, montando sull'orizzonte lo agitano e gl'imprimono un moto ondulatorio. Per la qual cosa *di notte* le nostre sale sono piene di luce quanto nel più chiaro meriggio; e se in luogo di vedervi siamo all'oscuro, ciò proviene perchè manca un corpo valevole a ridestare il lume che vi è assopito; valevole cioè a porre in tremito la materia sottile.

Dobbiamo pertanto consacrare in massima che come quello che si ode è prodotto dalle vibrazioni molecolari dei corpi sonori trasmesse nell'aria e comunicate all'organo dell'udito; così quello che si vede è l'effetto delle vibrazioni atomiche dei corpi luminosi, trasmesse nell'etere e versate nell'organo della visione: organo sì mirabilmente costituito, da percepire distintamente gli urti che procedono da ondulazioni aventi lunghezze di milionesimi di millimetro, ciascuna delle quali si effettua in milionesimi di milionesimo di minuto secondo. È reso aperto infatti dall'esperienze di Fresnel, che le impressioni operate sulla retina, capaci di generare la sensazione del rosso che spicca alla estremità dello spettro solare, procedono da ondulazioni che si ripetono isocronicamente 458 milioni di milioni di volte in un minuto secondo; e le impressioni da cui procede la sensazione del violetto all'altra estremità dello spettro, sono dovute a 727 milioni di milioni di urti nello stesso tempo.

Qua importa ben di notare che questo moto ondulatorio dell'etere, precipitandosi sui corpi lontani, è atto ad imprimere ai loro atomi ponderabili, vibrazioni regolari corrispondenti, ma più deboli in ragione del cammino percorso e della subita diffusione. Ora, siccome anche tali vibrazioni o tremiti indotti di secondo ordine, sono atti a eccitare nell'etere medesimo ondulazioni dello stesso ordine, però sempre meno intense delle precedenti: così crediamo che per lo stesso meccanismo le vibrazioni di 3.°, di 4.°, di 5.° ordine possano rendere visibili gli oggetti opachi ad esseri di straordinaria impressionabilità, ed anche esercitare influssi capaci alla lunga di alterare la struttura molecolare di alcuni solidi.

Gli esitanti ad ammettere questi principj, se considerassero che le vibrazioni di un timpano, continuano ad essere sensibili molto tempo dopo che il martello cessò di battere, o l'archetto di strisciarvi sopra: se considerassero che anche dopo di avere perduto il potere di manifestarsi direttamente all'orecchio, queste vibrazioni tuttavia sussistono, palesandosi elleno per mezzo di tubi o casse armoniche opportunamente applicate al corpo sonoro, appunto quand'esso si è già reso muto all'organo dell'udito, troverebbero forse ragionevolissimo di ammettere che i corpi percossi durante il giorno dalla luce ricevano nei loro atomi un corrispondente tremito vibratorio, e che questo tremito persevera all'oscuro, e persevera durante la notte, e in appresso, per la poca o niuna resistenza che quel moto incontra framezzo alla materia sottile, in cui gli atomi stanno sospesi. Invero, se il diamante, il gesso, la calce, ed altri corpi tenuti ai raggi solari, si rendono per qualche tempo visibili anche nell'oscurità, a qual'altra causa dovremmo attribuirlo, se non alla sussistenza delle vibrazioni atomiche dopo che la forza eccitante ha cessato di agire? Alle speciose immagini di Moser, può assegnarsi altra più adeguata origine? E in tal caso ci pare probabilissimo che molti ordini di vibrazioni insensibili alla retina dell'occhio umano, valgano a produrre effetti potenti sull'organo visivo di certi animali: ci pare probabilissimo che le antenne di alcuni insetti, ricevano impressioni di cui noi non abbiamo sinora avuta veruna idea, mentre sono insensibili a quelle che affettano i nostri organi, cominciando forse le loro percezioni appunto laddove terminano le nostre.

Abbiamo detto sopra (e in più modi si dimostra), non potersi supporre due istanti consecutivi di una temperatura perfettamente uguale in un corpo qualunque. Dall'azione del calorico, deve perciò derivare una continua oscillazione delle molecole di tutti i corpi.

L'astronomo Cesaris, osservando ripetutamente con delicatissimi strumenti i muri dell'osservatorio di Milano, ricono-

sceva ch'essi vanno soggetti a certe oscillazioni periodiche giornaliere che ascriveva all'azione del sole, dacchè a cielo nuvoloso il fenomeno cessa interamente. La stessa osservazione faceva il Fabbroni sur una chiesa di Parigi; e si può attribuire alla stessa causa il moto periodico avvertito da Vicat negli archi del ponte di Souillac.

La chimica inoltre abbonda di fatti cospicui, in prova che il calorico favorisce le forze atte a determinare mutamenti nell'intima costituzione dei corpi, eliminando, per esempio, i principj estranei ed accidentali, per cui le parti prima non sodisfatte nelle loro tendenze, lo sono dappoi.

I corpi nel seno del globo, sebbene sfuggano alle variazioni dipendenti dalle vicissitudini atmosferiche e dai climi, non sfuggono al progressivo raffreddamento della massa terrestre. Le variazioni che perciò avvengono, saranno infinitesime in ciascuno istante. L'estrema piccolezza peraltro di tali quantità, non rende meno vera la tesi « che in natura le cause in apparenza meno valutabili per la loro lentezza e tenuità, sono quelle che producono i maggiori effetti col tempo ». Le cause naturali più imponenti e più grandi non sono quelle, diremo con Pouillet, che agitano la materia colla maggiore violenza, ma bensì quelle che agiscono su di essa nel modo più costante e più universale.

E in che cosa consiste questo modo di azione del calorico? Per fare un passo più innanzi in questa ricerca, giova aver presente che ogni volta un lavoro meccanico è distrutto, si ha produzione di calore. L'attrito, la compressione, il contorcimento, domandano un lavoro e danno calore. Una lista di *cautchouc* stirata vivamente si scalda: una laminetta di legno, tenuta ferma in una morsa ad una estremità, mentre alla estremità libera si fa oscillare, nei punti ov'è fissata si scalda al grado di rendersi bruciante, e proprio là dove la forza viva pare annientata. Anche le azioni chimiche sono sempre accompagnate da un lavoro intestino, esse altro non essendo che moti molecolari: di fatto, quando il nuovo edificio atomico si è costituito, il calore si manifesta subitamente.

Facendo girare con rapidità un disco di rame framezzo ai poli di una forte calamita, s'incontra molta resistenza, dovuta a reazioni elettriche, e il disco si scalda potentemente. Viceversa; quando si consuma del calore, si crea un lavoro. Un gas dilatandosi, spinge uno stantuffo e si raffredda; avviene lo stesso del vapore quando opera per espansione. La lista di *cautchouc* che prima col traimento sviluppa calore, abbandonata poi a sè stessa si accorcia, crea un lavoro e si raffredda.

Effettuandosi il vuoto in una campana, l'aria interna scaccia colla sua elasticità quella che si trova vicina al condotto di evacuazione; vi si produce dunque un lavoro: ed ecco infatti il termometro di Breguet accusare una perdita di calore. Si lasci poi entrare l'aria esterna, questa comprimerà il gas rimasto nella campana che oppone una resistenza, e finirà per annullare la sua velocità. Avvi in quest'azione un lavoro speso, e lo strumento contrassegna appunto la produzione di una certa quantità di calore. – Con accurate esperienze si è infine stabilito il principio che « *se quantità eguali di lavoro meccanico sono prodotte da cause puramente termiche, si consumano quantità eguali di calore qualunque sia il modo di operare; reciprocamente vi è produzione di quantità eguali di calore, tutte le volte che quantità eguali di effetto meccanico, sono spese in effetti puramente termici* ».

La costanza del rapporto fra il lavoro prodotto e il calore consumato, qualunque sia la sostanza che serve di veicolo a questa sua trasformazione, essendo stata chiarita con metodi sperimentali da Growe, Joule, Laboulaye e da altri, dobbiamo conchiudere il calorico non essere altro che una forza viva molecolare, un lavoro disponibile, equivalente a 424 chilogrammetri.

Come rifiutarci di ammettere che anche questo singolare tramutamento di azioni, questa mirabile trasformazione di forze dipenda da speciali vibrazioni delle molecole dei corpi caldi, atte a generare corrispondenti ondulazioni nell'etere, e queste capace di far vibrare alla loro volta le molecole dei corpi in cui si versano?

La probabilità che la luce e il calore sieno modificazioni dello stesso principio salì al più alto grado dopo le capitali scoperte del Melloni, che ci hanno condotto a questa verità nuova, e diremo quasi impreveduta « che una sorgente luminosa (il sole, la fiamma di una lampada) versa nello stesso tempo raggi calorifici di specie differenti, che si distinguono gli uni dagli altri per una maggiore o minor facilità con cui possono attraversare certe sostanze diatermiche ». Ed è anzi avverato che questi raggi calorifici sono specializzati fra loro per differenze di cammino o di velocità analoghe a quelle che separano i colori della luce bianca, e quindi la loro diversità è provata così rigorosamente come quella dei colori.

Nè ad attenuare il valore di questa conclusione, gioverebbe addurre la invisibilità dei raggi calorifici.

Nel sistema della emanazione sarebbe impossibile di concepire le qualità specifiche dei raggi di calorico senza ammettere una infinità di elementi calorifici, e per conseguenza altrettante ipotesi.

Nel sistema delle ondulazioni queste qualità corrispondono ai numeri delle vibrazioni differenti che si propagano nell'etere omogeneo, o nello spazio vuoto di materia ponderabile, ma che possono trasmettersi più o meno facilmente nei mezzi diatermici, secondo la loro natura e densità. Epperò anche le onde calorifiche sarebbero analoghe alle onde corrispondenti ai differenti suoni che si propagano nell'aria e che fanno vibrare i corpi elastici che si trovano a contatto.

La somma probabilità che gl'indicati agenti sieno modificazioni di uno stesso principio non si attenua per la invisibilità dei raggi calorifici; essendosi avvertito che la condizione di visibilità o d'invisibilità dipende solo dalla conformazione dell'occhio nostro e non dalla natura dell'agente che produce in noi queste senzazioni.

La limitata impressionabilità della nostra retina c'impedisce di percepire i raggi chimici, situati al di là dell'estremo violetto dello spettro, e i raggi calorifici posti al di là dell'estremo rosso, forse perchè i primi hanno vibrazioni troppo

rapide e ondeggiamenti troppo corti: e i secondi vibrazioni troppo lente e ondeggiamenti troppo estesi. Ciò non toglie che questi e quelli possano far impressione e rendersi visibili ad altri esseri viventi. Che cosa sappiamo noi della natura delle percezioni che conducono il colombo messaggero verso il suo paese nativo, o di quelle che, riposte nelle antenne degl' insetti, li avvertono dell' appressarsi di un pericolo? Non si capisce nemmeno la vista telescopica per cui l' avvoltojo si dirige sulla sua preda, prima ch'esso medesimo sia visibile come un punto nelle regioni dell' atmosfera! Non è dunque razionale il dubbio che sulla terra, nell'aria, nelle acque esistano esseri organizzati in guisa di percepire suoni che non feriscono il nostro orecchio, di vedere raggi di luce e soffrire calore di cui noi non abbiamo il sentimento. Le nostre percezioni e facoltà sono limitate a una piccolissima porzione di quella immensa catena della esistenza che si estende dal Creatore al nulla.

È difficilissimo, se non impossibile, di assegnare una circostanza dipendente da fenomeni naturali, che non dia origine a svolgimento di elettricità: anzi, non che la forza meccanica e l' azione chimica, il calore e la luce hanno il potere di metterla in attività, per cui, sebbene essa generi fenomeni assai diversi da quelli degli altri agenti, pure sono talmente fra loro collegati, da giustificare la ipotesi che anche l' elettricità proceda da uno stesso principio.

Dopo le sperienze di Nairne, confermate da Becquerel, si è riconosciuto che i fili metallici percorsi da una scarica elettrica incapace di fonderli, ma valevole ad arroventarli, si raccorciano nello stesso tempo che ingrandiscono il diametro. E questi fili attraversati da un certo numero di scariche elettriche, prendono una forma ondosa che accusa un movimento delle molecole del filo perpendicolarmente alla sua lunghezza.

Van Marum verso la fine del secolo passato faceva passare la scarica della sua gigantesca batteria per un filo di stagno,

posto orizzontalmente sopra un foglio di carta, e vedeva il filo disperdersi, lasciando sulla carta disegnate striscie gialle, trasversali alla direzione della scarica, avente ciascuna una particolare tessitura con simmetrica disposizione di parti, a distanze fra loro eguali o multiple.

Pochi anni prima, il Beccaria eseguiva analoghe sperienze, e ne interpretava i risultati col principio delle vibrazioni.

Noi pure ci siamo occupati di questo interessantissimo argomento; e a suo tempo ne riprenderemo lo studio, ripetendo in quest'aula analoghe sperienze, e riproducendo gli esemplari dei risultati, simili a quelli che avemmo l'onore di assoggettare alle considerazioni dei fisici nella nona Riunione degli scienziati italiani in Venezia.

Sono ben curiose le particolarità che si ravvisano nelle listerelle di stagno che servirono a trasmettere le scariche dei coibenti armati! Laddove le particole metalliche subirono la fusione, di qua, di là projettando macchie, si scorgono colla lente innumerevoli sottilissimi filamenti, raggruppati intorno ad alcuni punti come la limatura di ferro intorno ai poli di una calamita. V'hanno di tali macchie ove si distinguono sei e otto centri di azione a distanze eguali o multiple. Più volte la superficie esterna dei cristalli, fra cui venivano collocate le listerelle di stagno, e nei luoghi corrispondenti a quelle macchie, fu veduta attirare l'uno e respingere l'altro polo di un ago calamitato.

Ma altre particolarità meritano a parer nostro, non minore considerazione. Talvolta dal luogo della esplosione (operata anche con mediocre tensione) si dipartono in tutte le direzioni a guisa di raggi divergenti, striscie rettilinee di color cinereo, semitrasparenti, formate di particelle metalliche dalla scarica ridotte in istato di somma tenuità. Esaminatane al microscopio la tessitura, ci si presentano forme, disposte con mirabile simmetria; e sullo stesso coibente si veggono comparire diversi sistemi di filamenti lineari, di figure circolari, elittiche, continue e discontinuate. Ecco un altro bell'esem-

pio della coesistenza in uno stesso corpo di più ordini di movimento che conservano i caratteri individuali in tutta la loro integrità.

Riesce poi stupendo lo scorgere come alcuni di quei raggi elettrici, arrivati agli spigoli dei cristalli uniti con ceralacca, battendo sulla superficie di separazione de'due mezzi, sono riverberati sotto l'angolo di riflessione eguale a quello d'incidenza; e come qualcuno di essi, colla stessa legge abbia subito due riflessioni successive.

È egli possibile rinunziare a un tremito vibratorio di quelle lastre coibenti, a un ondeggiamento di quel vapore metallico, di quei raggi elettrici? Come non riconoscere in quelle macchie che presentano una serie di anelli circolari e concentrici, i quali sotto una certa obliquità appariscono alternativamente oscuri e brillanti, e sotto un'altra obliquità variamente colorati, come non riconoscervi i vestigi di ondulazioni e interferenze, cui hanno dovuto soggiacere per gl'impulsi del moto elettrico? Se si obbiettasse che le suindicate linee nodali derivano da ondeggiamenti non necessari e intrinseci della elettricità, ma estrinseci e dovuti alla elasticità e coibenza dei cristalli, risponderemmo che le vibrazioni e le linee nodali, non si manifestano soltanto sui coibenti e sui conduttori che vi aderiscono, ma anche sui semplici reofori delle correnti voltiane, non meno che su quelli delle correnti derivate e delle indotte.

La proprietà di uno stesso conduttore di trasmettere contemporaneamente correnti elettriche disuguali e contrarie senza alterazione, proprietà che abbiamo dimostrata sino dal 1844 in una adunanza del reale Istituto Lombardo; l'altra proprietà dei reofori filiformi omogenei di dar origine a correnti derivate con intensità direttamente proporzionali alle distanze dei punti della derivazione, e inversamente proporzionali alla loro massa, proprietà che ci fu rivelata da più recenti sperienze; l'avere riconosciuto con ulteriori indagini: 1.° che in un conduttore di qualsivoglia forma o grandezza il moto elettrico si diffonde nell'intera massa, ma inegual-

mente, conservando però in tutte le parti una stessa direzione, vale a dire trasmettendosi sempre in direzione parallela alla linea degli elettrodi; 2.° che per le molecole poste lungo la detta linea si trasmette la maggior parte del moto elettrico, quand'anche la linea si trovi nell'interno della massa; 3.° che la intensità della forza viva delle molecole poste in direzioni parallele alla linea degli elettrodi, diminuisce prossimamente nella ragione semplice inversa delle loro distanze dalla linea medesima; l'avveramento di questi fatti ci distolse del tutto dall'antica ipotesi della fluidità elettrica, da cui invano essi aspetterebbero una spiegazione soddisfacente, mentre ricevono la più semplice e spontanea interpretazione dalle leggi del moto vibratorio.

Non possiamo abbandonare questo punto culminante della nostra tesi, senza far menzione della proprietà, scoperta da De la Rive nelle correnti magneto-elettriche, di trovare cioè un passaggio facile per certe lunghezze di un medesimo filo metallico, che sono nel rapporto dei numeri 1, 3, 5...., e un passaggio difficile per altre lunghezze comprese fra le prime, e che sono fra loro come i numeri 2, 4, 6.... È impossibile coordinare questi fatti, senza riferirsi ai fenomeni delle interferenze così del suono come della luce.

Ritornando anzi sulle traccie delle esperienze di Savary e di Marianini intorno le diverse polarità magnetiche che acquistano gli aghi di acciaio a differenti distanze da un conduttore per cui passa la scarica, riusciremo forse a determinare le lunghezze delle onde elettriche, e i milioni di vibrazioni che tale o tal'altra sorgente elettrica, compisce in un minuto secondo.

Le scoperte di Feraday sulla *magnetizzazione della luce*, *sulla illuminazione delle linee magnetiche*, *sul diamagnetismo*, i suoni che Marrian e De la Rive ottennero dal magnetismo temporario, sono fenomeni dello stesso ordine, che viepiù dimostrano tra le forze della materia sussistere una dipendenza reciproca così intima da convertirsi in certo modo l'una nell'altra, esercitando poteri fra loro equivalenti.

Non dissimuliamo che potrebbesi considerare il tremito vibratorio di cui si ragiona, non inerente alla materia in ge-

nerale, ma piuttosto come un effetto transitorio di azioni che esercitano le forze in circostanze affatto speciali.

Vi risovvenga peraltro, eruditissimi ascoltatori, avere noi accennato sul bel principio a fenomeni che non solo accusano il continuo tremito molecolare nei corpi più compatti, ma che ci obbligano altresì di riconoscere un pelago di materia sottile, nel cui seno sono dispersi, secondo leggi immutabili, i diversi frammenti di materia ponderabile. Ora, siccome si deve ammettere nei loro atomi tanta rarità e tale disposizione da dover supporre attorno di essi l'etere in serie non interrotte e capace di minimi ma rapidissimi spostamenti, pei quali le onde suscitate, possono propagarsi in tutte le direzioni: siccome si deve pur credere questa materia attenuatissima non dappertutto identica a sè stessa, ma ove più ove meno condensata nell'interno delle masse, secondo le varie condizioni di qualità, quantità, disposizione; e si concepisce che il variabile intestino moto molecolare dei corpi circostanti, deve alterare l'attuale condizione delle sottili atmosfere, e viceversa; i tremiti di queste atmosfere, devono per il generale principio della reciprocità delle azioni, indurre negli atomi ponderabili tremiti corrispondenti: così è naturale il credere che i fenomeni conseguibili, possano indefinitamente variare. Se non chè, l'intervento di queste particolari condizioni per ottenere determinati ordini di tremito, non può non essere subordinato in tutta la materia a un preesistente commovimento molecolare, il quale in grazia appunto delle anzidette condizioni speciali, può assumere diversi caratteri, passando dall'uno all'altr'ordine di tremiti, o ricevendone parecchi che come si è veduto, possono coesistere nello stesso corpo e dare origine ora ai fenomeni luminosi, ora ai calorifici, ora agli elettro-magnetici e ai chimici, ora a tutti in una volta.

Dalle cose esposte, eccoci dunque condotti ad ammettere negli atomi de'corpi ponderabili, o a più forte ragione nelle particole della materia sempre stata o divenuta imponderabile, un moto intestino, un tremito vibratorio, come una proprietà di primo ordine, cioè generale e sempre esistente.

Dovendo peraltro la grandezza dell' intestino commovimento, variare secondo la natura e le dimensioni dei corpi, secondo il volume e la densità degli atomi, secondo il loro spostamento individuale entro i limiti della propria aggregazione con altri atomi; dovendo questo tremito essere di ordini differenti secondo i differenti corpi, ed ogni corpo averne uno che costituisce il suo stato normale, e contrassegna la propria individualità, si comprende che nel contatto di due corpi deve succedere una comunicazione, un trasferimento dei loro moti vibratorj con perdita dell'uno e guadagno dell'altro. Ne viene, per esempio, che supposto l'originario intestino tremito del rame più intenso di quello dello zinco, il primo considerato come corpo urtante, per leggi meccaniche deve perdere della sua forza viva quel tanto che guadagna il secondo; e così, rispetto allo stato normale si concepisce la *negatività* del rame come urtante, e la *positività* dello zinco come urtato. – Ora, non sarebbe razionale di ammettere che le leggi meccaniche, mentre ricevono il loro compimento nelle grandi e nelle piccole masse, sospendano la loro azione negli atomi e nelle piccolissime particole della materia sottile. Se è vero che nulla avvi di assolutamente grande, nè di assolutamente piccolo in tutto l'ordine mondiale, le dimensioni non potranno mai costituire differenze, riguardo alle leggi e alle forze che regolano i fenomeni. Consideriamo quindi l'effetto della luce che rende visibile l'oggetto su cui cade, quello del calorico raggiante che ne eleva la temperatura, simile allo scuotimento simpatico di una corda, quando il suono di altra corda si propaga nell'aria. In cotal guisa tutte le azioni a distanza e le induzioni elettro-magnetiche, si presentano naturalmente come filiazioni dello stesso principio in conformità della economia generale del sistema del mondo.

Una delle conseguenze importanti che si trae da questo studio è che la luce, il calore, l'elettricità, il suono non sono per noi enti reali, ma semplici modi di azioni, e moti minimi della materia comunicati al nostro cervello per mezzo de'nervi. L'organismo umano può dunque essere considerato come un sistema elastico, le cui differenti parti sono suscet-

tive di ricevere gli scuotimenti dei mezzi elastici, e di vibrare all'unisono con un certo numero di ondulazioni sovraposte, ciascuna delle quali produce l'intero suo effetto indipendente dalle altre. E qua finisce il nostro sapere: la influenza misteriosa della materia sullo spirito, ci resterà probabilmente occulta per sempre! Ma a considerare che nell'ordine degli esseri animati, v'hanno certo di quelli che a migliaia stanno sulla punta di un ago e godono una vita di pochi momenti, ma pur completa e per essi lunga, se durante una frazione di minuto secondo possono ricevere e percepire milioni sopra milioni di volte un urto, quello per esempio da cui dipende un colore; a considerare la grande probabilità che abbiano vita altri esseri pei quali non saranno percettibili nemmeno le individuali onde eteree, e distingueranno appena le falde che ne costituiscono gli elementi; e forse altri ancora pei quali queste falde elementari riusciranno tuttavia troppo complesse, e non percepiranno che i singoli moti di una parte di falda e gli spostamenti individuali di un atomo, sorge in noi un sentimento profondo della limitazione delle nostre facoltà fisiche, la razza umana non occupando, come si è veduto, che pochi gradini nella immensa scala delle sensibilità. Di qua forse uno dei principali motivi per cui l'uomo, come osservammo dapprincipio, sovente cercando il vero, si è da questo più dilungato; imperciocchè per la istintiva sua ripugnanza di meditare sui fenomeni più semplici e comuni e di estendere l'applicazione delle loro leggi sperimentali oltre ai limiti della propria sensibilità, ha preferito immaginare sistemi complicati, e di ricorrere eziandio a principj misteriosi.

Queste riflessioni ci conducono ad un'altra speciosa conseguenza, cioè che sebbene da un lato abbiano ragione i filosofi che considerano il nostro mondo come un atomo nella creazione, pure dobbiamo dall'altro lato accettare la sentenza di quelli che in ogni atomo invece trovano un mondo. Sì, ogni atomo gode attività proprie, ed è sede di tutte le forze della natura; le quali non manifestandosi mai fuori della materia, mostrano che la pura materia, è una mera astrazione. Se esistesse un solo atomo nell'universo, dovrebbe

per l'inerzia conservarsi sempre identico a sè stesso: ma la tendenza a conservare le sue attività originarie, essendo sempre contrariata dagli influssi di altri atomi e dagli ondeggiamenti dell'etere, bisogna alfin convenire che la *inerzia* e l'*attività* sono due fatti inseparabili nella materia.

In conformità di tali vedute è nostro intendimento di offrire in quest'anno accademico un colpo d'occhio sull'insieme della Fisica, riproducendo ne' vari suoi rami quei fenomeni che, come a un principio comune, accennano al continuo tremito vibratorio di tutte le particole della materia ponderabile e imponderabile. Veduto così il nesso fra le varie parti della scienza, abbiamo fiducia negli anni avvenire di potere con passo più sicuro procedere a un conveniente sviluppamento di ciascuna di esse in particolare.

Lungi da noi la pretensione di poterci slanciare senza trepidazione nel cammino che abbiamo delineato; ma lungi del pari anche la pusillanimità di non tentare un passo fuori della via battuta: tanto più che uomini insigni, e in questa nobilissima città Domenico Paoli, anzi in questo luogo medesimo Leopoldo Nobili, celeberrimo nostro predecessore, ne avevano già tracciate le visuali.

Come si disse verità antica che gli studj universitarii debbano limitarsi a imprimere nella mente quel certo numero di cognizioni generali e di principii, coi quali si può passare all'esercizio di una professione o a più forti studj nelle scienze e nelle lettere; così vuolsi che il compito di un Istituto di perfezionamento per le scienze naturali debba essere quello di risvegliare il desiderio di ampliar sempre più il campo dello scibile e di segnare la via che può condurre alle scoperte, abituando gli studiosi alle deduzioni rigorose, ed educandoli nel metodo sperimentale e di osservazione a pratiche esercitazioni.

Ecco appunto quello che vanno già operando gl'illustri nostri colleghi: noi aspiriamo ad imitarli se il concederanno le nostre forze.





